

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-110652

(43)Date of publication of application : 12.04.2002

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065

G23C 16/505

G23F 4/00

H01L 21/205

(21)Application number : 2000-303982

(71)Applicant : ROHM CO LTD

(22)Date of filing : 03.10.2000

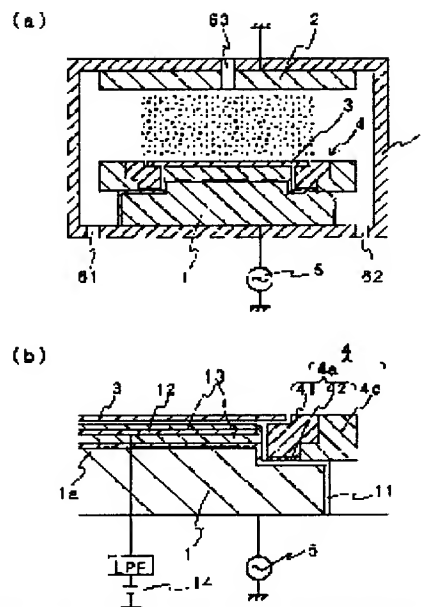
(72)Inventor : INO KAZUhide

(54) PLASMA TREATMENT METHOD AND ITS DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plasma treatment method and an apparatus thereof, which can suppress dispersion of treatment on the center side section and the peripheral side of a wafer, even without reaction making the weakened or the pressure and a gas flow rate in a chamber being restricted strictly by suppressing the occurrence of plasma at performing of plasma treatment, such as plasma etching and plasma CVD.

SOLUTION: A lower electrode 1 on which the wafer 3 can be placed and an upper electrode 2 facing the lower electrode are arranged in the chamber 6, which is made vacuum and into which gas can be introduced. A focusing ring 4 is disposed around the wafer 3 on the lower electrode 1. A power source 5 applying high frequency power is connected between the lower electrode 1 and the upper electrode 2. An impedance-adjusting means is installed in the focusing ring 4.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-110652

(P2002-110652A)

(43) 公開日 平成14年4月12日 (2002. 4. 12)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
H 0 1 L 21/3065		C 2 3 C 16/505	4 K 0 3 0
C 2 3 C 16/505		C 2 3 F 4/00	A 4 K 0 5 7
C 2 3 F 4/00		H 0 1 L 21/205	5 F 0 0 4
H 0 1 L 21/205		21/302	C 5 F 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数 7 ○ L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-303982(P2000-303982)

(22) 出願日 平成12年10月3日 (2000. 10. 3)

(71) 出願人 000116024

ローム株式会社

京都府京都市右京区西院溝崎町21番地

(72) 発明者 伊野 和英

京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内

(74) 代理人 100098464

弁理士 河村 洸

最終頁に続く

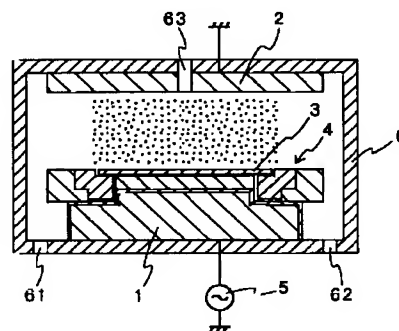
(54) 【発明の名称】 プラズマ処理方法およびその装置

(57) 【要約】

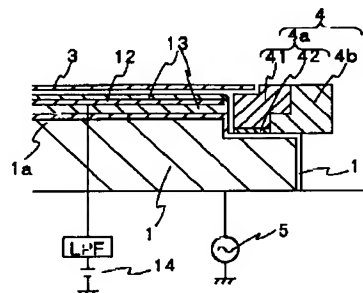
【課題】 プラズマエッチングやプラズマCVDなどのプラズマ処理を行う場合、プラズマの発生を抑制して反応を弱くしたり、チャンバ内の圧力やガス流量などを厳しく制約しなくても、ウェハの中心部側と周辺部側における処理のバラツキを抑制することができるプラズマ処理方法およびその装置を提供する。

【解決手段】 真空中にし、気体を導入し得るチャンバ6内に、ウェハ3を載置し得る下部電極1と、下部電極と対向して上部電極2とが設けられている。この下部電極1上のウェハ3周囲には、フォーカスリング4が設けられている。そして、下部電極1と上部電極2との間に高周波電力を印加し得る電源5が接続されている。本発明では、フォーカスリング4にインピーダンス調整手段が設けられている。

(a)



(b)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 下部電極上にウェハを載置し、該下部電極および該下部電極と対向して設けられる上部電極の間に高周波電力を印加して該電極間にプラズマを発生させることにより、前記ウェハ表面に処理を施すプラズマ処理方法であって、前記下部電極上の前記ウェハ周囲にフォーカスリングを載置し、該フォーカスリング部での前記電極間のインピーダンスを調整することにより、前記ウェハ表面に施す処理のウェハ全面での均一化を図ることを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項2】 前記フォーカスリング部を導電性部材と誘電体層とで構成し、該誘電体層の厚さまたは誘電率を変えることにより前記インピーダンスを調整する請求項1記載のプラズマ処理方法。

【請求項3】 前記フォーカスリング部における前記電極間のインピーダンスが、前記ウェハ中心部における前記電極間のインピーダンスの50～150%になるように調整する請求項1または2記載のプラズマ処理方法。

【請求項4】 真空中に、気体を導入し得るチャンバと、該チャンバ内に設けられ、ウェハを載置し得る下部電極と、前記チャンバ内で、該下部電極と対向して設けられる上部電極と、該下部電極および上部電極との間に高周波電力を印加し得る電源と、前記下部電極上における前記ウェハ周囲に設けられるフォーカスリングとを有し、該フォーカスリング部における前記下部電極および上部電極間のインピーダンスを調整するインピーダンス調整手段が、前記フォーカスリング部に設けられてなるプラズマ装置。

【請求項5】 前記インピーダンス調整手段が、前記フォーカスリングの少なくとも前記ウェハ側部分が取替可能に設けられることにより、形成されてなる請求項4記載のプラズマ装置。

【請求項6】 前記フォーカスリングの少なくとも前記ウェハ側部分が、少なくとも2層で形成され、該少なくとも2層が導電性材料層と誘電体層とを有し、該誘電体層により前記インピーダンスが調整される構造である請求項5記載のプラズマ装置。

【請求項7】 前記導電性材料層がシリコンからなり、前記誘電体層がポリイミドからなる請求項6記載のプラズマ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高周波電力によりプラズマを発生させて、半導体などのウェハ表面に真空蒸着や気相化学反応（CVD）などにより成膜したり、エッチングなどの処理をするプラズマ処理方法およびその装置に関する。さらに詳しくは、チャンバ内の圧力やガス流量などの条件が変わっても、ウェハの表面全面で均一な処理を行うことができるプラズマ処理方法およびその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のプラズマエッチングやプラズマCVDなどに用いられるプラズマ装置は、図7に示されるような構造になっている。すなわち、下部電極1の表面に、図示しないアルマイトなどの絶縁物が設けられ、その中心部表面に半導体ウェハ3を載置するウェハ載置部1aが形成され、ウェハ3の周囲に当る部分には、石英などからなるフォーカスリング4が設けられている。そして、この下部電極1と対向するように上部電極2が設けられ、図7に示される例では、上部電極2がアースに接続され、下部電極1とアースとの間に、たとえば380kHz程度の高周波電力用の電源5が接続されることにより、下部電極1と上部電極2の間に高周波電界を印加し、プラズマ励起ができるようになっている。そして、その周囲が図示しないチャンバで被覆され、真空中にできると共に、必要なガスを導入できるようになっている。

【0003】このようなプラズマ処理装置では、まず、ウェハ載置部1aの上にウェハ3を載置し、図示しないガス供給部から処理ガスを導入すると共に、電極1、2間に電源5により高周波電力を印加してプラズマを発生させ、このプラズマ中の反応性イオン、およびラジカルなどの活性種によりウェハ3上に成膜したり、エッチングが行われる。なお、ウェハ載置部1aの周囲に設けられるフォーカスリング4は、ウェハ3の保持、および下部電極1の表面保護の作用をしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】前述のような構造のプラズマ処理装置により、たとえば半導体ウェハ表面に形成されたSiO₂をプラズマエッチングすると、半導体ウェハの中心部とその周辺部とでエッチング量が異なったり、プラズマCVD法により成膜すると、その周辺部と中心部とで成膜厚さにバラツキが生じるという問題がある。そのため、従来は、両電極間に印加する電圧を下げ、反応を遅くすることにより、できるだけその反応の均一化を試みたり、内部を流れるガスの流量を調整したり、ウェハ周辺部に構造物を設置し、ガスの流れ方を調整することにより、その反応の均一化が試みられている。そのため、できるだけ均一な処理をするためには、プロセス条件が非常に制約を受けると共に、それでも十分な均一化を図ることができないという問題がある。

【0005】本発明は、このような問題を解決するためになされたもので、プラズマエッチングやプラズマCVDなどのプラズマ処理を行う場合、プラズマの発生を抑制して反応を弱くしたり、チャンバ内の圧力やガス流量などを厳しく制約しなくても、ウェハの中心部側と周辺部側とにおける処理のバラツキを抑制することができるプラズマ処理方法およびその装置を提供することを目的とする。

【0006】本発明の他の目的は、均一化処理を行うた

めの具体的な方法および具体的な構造のプラズマ装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者は、プラズマエッチングやプラズマCVDなどのプラズマ処理を行う場合、処理条件によりその処理のウェハ表面での均一性が低下し、その都度、印加する高周波電力を弱くしたり、チャンバ内圧力やガス流量などの処理条件を調整しないと均一な処理を行うことができないという問題を解決するため、鋭意検討を重ねた結果、この種のプラズマ処理装置では、前述のように、一般にはウェハ周囲の下部電極上に、石英からなるフォーカスリングが設けられているが、このフォーカスリング部分では、ウェハの中心部に比べて、両電極間のインピーダンスが大きく（たとえばフォーカスリングに石英を用いた場合、中心部の $20\text{ k}\Omega\cdot\text{cm}^2$ に対し $390\text{ k}\Omega\cdot\text{cm}^2$ になる）、これに起因してウェハ外周部での両電極間のインピーダンスもその中心部のインピーダンスと異なり、その差が微妙に処理状態に影響することを見出した。

【0008】そして、フォーカスリングの材質を変えることにより、たとえば導電性の物質と誘電体、誘電率の異なる誘電体、誘電体の厚さなどにより、ウェハ周辺部での両電極間のインピーダンスは大きく変化し、これらの材質またはその厚さなどを変化させることにより、自由にウェハ周辺部でのインピーダンスを調整することができ、そのインピーダンスを調整することにより、プラズマ処理の際における印加電力の強さ、チャンバ内圧力やガスの流量などに制約を受けることなく、ウェハ内全面で均一な処理を行うことができることを見出した。なお、インピーダンスの調整は、一般的には中心部と周辺部とが同じになるように調整されることが好ましいが、処理内容、装置構成によっては、たとえば SiO_2 のプラズマCVDの場合のように、周辺部のインピーダンスを中心部のインピーダンスより高くした方がよい場合もあり、また、 SiO_2 のプラズマエッチングの場合のように、周辺部のインピーダンスを中心部より低くした方がよい場合もある。ただし、これらは装置構成により変る。

【0009】本発明によるプラズマ処理方法は、下部電極上にウェハを載置し、該下部電極および該下部電極と対向して設けられる上部電極の間に高周波電力を印加して該電極間にプラズマを発生させることにより、前記ウェハ表面に処理を施すプラズマ処理方法であって、前記下部電極上の前記ウェハ周囲にフォーカスリングを載置し、該フォーカスリング部での前記電極間のインピーダンスを調整することにより、前記ウェハ表面に施す処理のウェハ全面での均一化を図ることを特徴とする。

【0010】この方法を用いることにより、処理内容に応じて、プラズマ装置のフォーカスリングによりそのインピーダンスを調整し、ウェハ表面全面での処理を簡単

に最適化することができるため、チャンバ内の圧力を変えたり、印加する高周波電力を弱くしたりしなくても、ウェハ内全面で均一な処理を行うことができる。

【0011】具体的には、前記フォーカスリング部を導電性部材と誘電体層とで構成し、該誘電体層の厚さまたは誘電率を変えることにより前記インピーダンスを調整することができる。そうすることにより誘電体層の厚さにより下部電極上の容量が大きく変るため、僅かな変化で容易にそのインピーダンスを調整することができる。数十 μm から数百 μm 程度の厚さの範囲で、自由にインピーダンスを調整することができ、導電性部材を変更することなく、誘電体層のみ厚さの異なるものを使用できる。

【0012】前記フォーカスリング部における前記電極間のインピーダンスが、前記ウェハ中心部における前記電極間のインピーダンスの50～150%になるように調整することが、一般的には好ましい。

【0013】本発明によるプラズマ装置は、真空にし、気体を導入し得るチャンバと、該チャンバ内に設けられ、ウェハを載置し得る下部電極と、前記チャンバ内で、該下部電極と対向して設けられる上部電極と、該下部電極および上部電極との間に高周波電力を印加し得る電源と、前記下部電極上における前記ウェハ周囲に設けられるフォーカスリングとを有し、該フォーカスリング部における前記下部電極および上部電極間のインピーダンスを調整するインピーダンス調整手段が、前記フォーカスリング部に設けられている。

【0014】具体的には、前記インピーダンス調整手段が、前記フォーカスリングの少なくとも前記ウェハ側部分が取替可能に形成されることにより、フォーカスリングの一部を取り替えれば、容易にそのインピーダンスを調整することができる。

【0015】さらに具体的には、前記フォーカスリングの少なくとも前記ウェハ側部分が、少なくとも2層で形成され、該少なくとも2層が導電性材料層と誘電体層とを有し、該誘電体層により前記インピーダンスが調整される構造にすれば、誘電体層を取り替えることにより、その厚さまたは誘電率の変化に伴い、そのインピーダンスを大きく変化させることができ、容易に所望のインピーダンスに調整することができる。なお、導電性材料層とは、金属などの導電体や、 Si 、 SiC などの半導体などの導電性を有する材料層を意味するが、半導体のプラズマ処理には、 Si などの半導体が好ましい。また、誘電体層としては、たとえばポリイミド系フィルムやテフロン（登録商標）シート、酸化ケイ素膜などを使用することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】つぎに、本発明によるプラズマ処理方法およびその装置について説明をする。本発明によるプラズマ処理装置は、図1にその一実施形態の断面説

明図が示されるように、真空にし、気体を導入し得るチャンバ6内に、ウェハ3を載置し得る下部電極1と、その下部電極1に対向した上部電極2とが設けられている。この下部電極1上のウェハ3周囲には、フォーカスリング4が設けられている。そして、下部電極1と上部電極2との間に高周波電力を印加し得る電源5が接続されている。本発明では、フォーカスリング4にインピーダンス調整手段が設けられていることに特徴がある。

【0017】本発明のフォーカスリング4は、図1(b)に部分拡大説明図が示されるように、その内周側に形成されるインピーダンス調整部4aとその外周が通常の石英からなる外周部4bとからなっている。このインピーダンス調整部4aの幅は、たとえば5~10mm程度あればよい(フォーカスリング全体の幅は30mm程度である)。なお、フォーカスリング4の厚さはたとえば3.2mm程度である。そして、インピーダンス調整部4aは、SiまたはSiCからなる導電性材料層41とポリイミド系樹脂、またはテフロンシートなどからなる誘電体層42とからなっている。しかし、このような構成でなくても、フォーカスリング4の全体をインピーダンス調整部としたり、導電性材料層と誘電体層の2重構造としなくて、いずれか1層でその取り替えを可能としたり、同じ誘電体層同士で誘電率の異なる層を挿入または付着したりすることができるようになされてインピーダンス調整手段が形成されていてもよい。

$$\begin{aligned} \angle_{WA} &= \frac{R_{s1}(1-j\omega C_{s1}R_{s1})}{1+\omega^2 C_{s1}^2 R_{s1}^2} - j \frac{1}{\omega(C_{p01}+C_{A10})} \\ &= \frac{R_{s1}}{1+\omega^2 C_{s1}^2 R_{s1}^2} - j \left\{ \frac{\omega C_{s1}R_{s1}^2}{1+\omega^2 C_{s1}^2 R_{s1}^2} + \frac{1}{\omega C_{p01}} + \frac{1}{\omega C_{A10}} \right\} \end{aligned}$$

【0022】また、フォーカスリング部4のインピーダンス Z_{FR} は、図2(b)に等価回路図が示されるように、フォーカスリング4の導電性材料層41(厚さ3.2mm)の抵抗 R_{FR} および容量 C_{FR} の並列接続と、フォーカスリング4の誘電体層42の容量 C_{FRO} と、アルマイトの容量 C_{A10} との直列接続と考えられ、数式2で表

$$\angle_{FR} = \frac{R_{FR}}{1+\omega^2 C_{FR}^2 R_{FR}^2} - j \left\{ \frac{\omega C_{FR}R_{FR}^2}{1+\omega^2 C_{FR}^2 R_{FR}^2} + \frac{1}{\omega C_{FRO}} + \frac{1}{\omega C_{A10}} \right\}$$

【0024】なお、図1(b)に示されるように、フォーカスリング(インピーダンス調整部)4aが、導電性材料層41と誘電体層42の2層構造になる場合は、以下に計算例を示すように誘電体層42のインピーダンスが支配的となる。すなわち、導電性材料層41がSiで厚さ3.2mm、誘電体層42がポリイミドで厚さ250 μ m、アルマイト層11が厚さ50 μ mとすると、等価回路の各インピーダンスは、図2(c)に示すようになる。計算結果から明らかなように、フォーカスリング部のインピーダンス Z_{FR} は、誘電体層42のインピーダンス $1/(\omega C_{FRO})$ によって支配されており、この誘

【0018】下部電極1部分は、図1(b)に詳細図が示されるように、その表面にはアルマイト(Al_2O_3)11がたとえば50 μ m程度の厚さに設けられ、ウェハ載置部1aは、段差を有した形状に形成されると共に、その上にウェハ3を静電吸着するための静電チャック電極12がポリイミドなどの誘電体膜13により被覆して設けられ、静電チャック電極12には、ローパスフィルタLPFを介して直流電圧源14が接続されている。

【0019】前述のように、本発明者は、ウェハ3をプラズマ処理する際に、処理条件にシビアな制約を課することなく、ウェハ表面全面での処理の均一化を図るため、鋭意検討を重ねた結果、フォーカスリング4の材質や厚さなどを変えることにより、プラズマエッチングなどの面内均一性が非常に改善されることを見出した。

【0020】図1(b)に示されるウェハ3部と下部電極1との間のインピーダンス Z_{WA} は、図2(a)に等価回路図が示されるように、シリコンウェハ3の抵抗 R_{si} および容量 C_{si} の並列回路と、ポリイミド(厚さ130 μ m)の容量 C_{pol} と、アルマイト(厚さ50 μ m)の容量 C_{A10} との直列接続と考えられ、数式1で表すことができる。なお、 $\epsilon_{si}=11.9$ 、 $\epsilon_{pol}=3.5$ 、 $\epsilon_{A10}=8.5$ 、 $\rho_{si}=20\Omega\cdot cm$ 、 $\omega=2\pi\times 380\times 10^3$ である。

【0021】

【数1】

すことができる。なお、後で考慮するSiCの比誘電率 $\epsilon_{sic}=10$ 、 $\rho_{sic}=0.9\Omega\cdot cm$ 、 $\rho_{Al}=2.7\times 10^{-6}\Omega\cdot cm$ 、 ρ_{si} (フォーカスリング)= $20\Omega\cdot cm$ である。

【0023】

【数2】

電体の厚さを変えることにより、フォーカスリング部のインピーダンスを制御できる。

【0025】たとえば前述の図1に示される構造のプラズマ装置で、フォーカスリング4の全体(ウェハ3へのインピーダンスの影響を考慮する場合、内周側の材料のみを考慮すればよい)を石英で形成した場合に、チャンバ内圧力を $1.33\times 0.2Pa$ の低圧、印加電力を1kWの条件で、直径200mm ϕ ウェハ3表面のSiO₂のエッチングをしたときの、面内のエッチングレートをウェハの直径方向に対して調べた結果を図5(a)に示す。図5(a)から明らかなように、ウェハ中心部で

は、 $0.5\mu\text{m}/\text{分}$ に対して、周縁部では、 $0.43\mu\text{m}/\text{分}$ 程度と周縁部でのエッチングレートが非常に落ちることが分る（図5で、位置はウェハ中心を0とし、半径方向の距離を示している）。すなわち、面内でのエッチングレートのバラツキが $\pm 7.3\%$ になる。また、チャンバ内圧力を $133 \times 1.8\text{Pa}$ にして同様にエッチングをしたときは、図5（b）に示されるように、全体にエッチングレートが下がり、中心部のエッチングレートが $0.495\mu\text{m}/\text{分}$ であるのに対して、端部では $0.43\mu\text{m}/\text{分}$ となり、面内でのエッチングレートのバラツキが $\pm 6\%$ であった。

【0026】これは、フォーカスリング4部のインピーダンスが、前述の数式2により計算すると、単位面積当たり、 $390\text{k}\Omega \cdot \text{cm}^2$ と大きく、数式1によるウェハ中心部のインピーダンス $20\text{k}\Omega \cdot \text{cm}^2$ と大きく異なり、図5（c）に両電極間に流れる電流の大小関係が矢印の太さで示されるように、中心部に対して周縁部で非常に小さく、両電極間に形成されるプラズマが周縁部では弱いことに原因があることを見出した。なお、図5（c）において、両電極間の点々の密度が、発生するプラズマ量の多さを示している。

【0027】一方、図1に示される、フォーカスリング4の内周側（インピーダンス調整部4a）の全てをSiで形成し、それより外周側のフォーカスリング部4bは従来の石英で形成した場合に、チャンバ内圧力を $133 \times 0.2\text{Pa}$ の低圧、印加電力を 1.1kW （石英の場合より周縁部でも電流が流れるため、ウェハ上でのプラズマが弱くなるため印加電力を大きくしている）の条件で、直径 200mm φウェハ3表面の SiO_2 のエッチングをしたときの、面内のエッチングレートをウェハの直径方向に対して調べた。その結果を図5と同様に、図4（a）に示す。図4（a）から明らかなように、ウェハ中心部では、 $0.48\mu\text{m}/\text{分}$ に対して、周縁部では、 $0.46\mu\text{m}/\text{分}$ 程度と非常に均一化され、面内でのエッチングレートのバラツキは $\pm 2.1\%$ になる。また、チャンバ内圧力を $133 \times 1.8\text{Pa}$ にして同様にエッチングをしたときは、図4（b）に示されるように、全体にエッチングレートが下がると共に、中心部のエッチングレートが $0.38\mu\text{m}/\text{分}$ であるのに対して、端部では逆に $0.47\mu\text{m}/\text{分}$ とエッチングされやすく、面内でのエッチングレートのバラツキが $\pm 8.6\%$ となった。すなわち、この例からも分るように、チャンバ内圧力により面内均一性が大きく変化する。

【0028】これは、フォーカスリング4にSiが用いられることにより、導電性であるため、フォーカスリング4部のインピーダンスが単位面積当たり、 $3.4\text{k}\Omega \cdot \text{cm}^2$ と非常に小さくなり、ウェハ中心部のインピーダンス $20\text{k}\Omega \cdot \text{cm}^2$ と異なり、図4（c）に両電極間に流れる電流の大小関係が矢印の太さで示されるように、前述の関係と逆転して周縁部での電流が大きくなる

ことに原因があることを見出した。なお、図の表し方は前述の図5と同様である。

【0029】このフォーカスリングの材質をさらにSiCおよびAlに変えて、同様に SiO_2 膜のエッチングレートのバラツキを調べた。この場合、チャンバ内圧力を $133 \times 0.4\text{Pa}$ 、両電極間への印加電力を 1300W として、前述の石英（ SiO_2 ）、Siの場合もこの条件で調べた結果を図6に示す。図6からも、前述の結果と同様に、誘電体層だけの石英では、端部のエッチングレートが極端に低下するのに対して、Alを使用すると、完全な導電体であり、むしろ端部のエッチングレートがウェハ部分より大きいことが分る。なお、図6では、ウェハの中心部から端部に向かった半径部分でのデータが示されており、チャンバ内に流入させるガスは、前述の各例も含めて、 $\text{Ar}:\text{CF}_4:\text{CHF}_3=200:20:30$ の割合で流しながらエッチングを行った。

【0030】さらに、図1（b）に示されるように、フォーカスリング4内周側のインピーダンス調整部4aのうち、Si層41の厚さを、たとえば $300\mu\text{m}$ 程度薄くし、その部分に厚さの異なるポリイミドフィルム42を挿入できる構造とし、たとえばポリイミドフィルム42の厚さを $250\mu\text{m}$ として同様に、チャンバ内圧力を $133 \times 1.8\text{Pa}$ の高圧、印加電力を 1.1kW の条件で、直径 200mm φウェハ3表面の SiO_2 のエッチングをしたときの、面内のエッチングレートをウェハの半径方向に対して調べた。その結果を図3に示す。図3から明らかなように、殆ど全面でエッチングレートが $0.46\mu\text{m}/\text{分}$ 程度となり、そのバラツキは $\pm 1.5\%$ であった。

【0031】以上のように、フォーカスリングの少なくとも内周側の材料や厚さを変えることにより、そのインピーダンスを変えることができ、チャンバ内圧力や印加電力に応じてそのインピーダンスを調整することにより、ウェハ面内で均一な処理を行うことができる。すなわち、従来は、ウェハ面内で均一な処理を行うために、印加電力や、チャンバ内圧力が、面内均一化処理のためある程度制約を受け、所望の条件でエッチングなどの処理を行うことができず、生産性が低下したり、均一なエッチングを行うためオーバーエッチングをして、デバイスにダメージを与えていたが、本発明によれば、そのような制約を受けることなく、均一な処理を行うことができる。しかも、インピーダンスは計算により設計できるため（実際にはエッチングをしてみれば所望の材料または厚さを計算により求めることができる）、非常に確実にインピーダンス調整をすることができる。

【0032】さらに、前述の図1（b）に示されるように、フォーカスリングの少なくとも内周側を導電性材料層と誘電体層とで構成する構造とすることにより、誘電体層の厚さを僅かに変えるだけでそのインピーダンスの

合せ込みをすることができ、非常にインピーダンスの調整をしやすいため好ましい。たとえば前述のポリイミドフィルム42の厚さを1/2にすれば、インピーダンスも1/2程度になり、自由にインピーダンスの調整をしやすい。

【0033】また、前述の例では、フォーカスリングの材料や厚さを変えることについてのみ行ったが、前述のインピーダンスの計算式に表されるように、下部電極表面に設けられるアルマイトの容量も影響するため、ウェハ部分のアルマイトの厚さと、フォーカスリング部のアルマイトの厚さを変えることによってインピーダンスを調整することができる。さらに、フォーカスリング部を導電性材料層と誘電体層とで構成する場合、たとえば導電性材料層にSiを用い、その表面を酸化してSiO₂層を形成したり、CVD法により誘電体層を被膜してもよい。

【0034】前述の各例は、SiO₂をプラズマエッチングする例であったが、他のポリシリコン膜、金属膜、シリコン窒化膜などのエッチング、またはTEOS酸化膜やSiNなどのPECVD法、スパッタ製膜法などにおいても、同様にフォーカスリングのインピーダンスを、その処理に合った適切な値に設定することにより、ウェハ面内で均一な処理を確実に行うことができる。

【0035】

【発明の効果】本発明によれば、プラズマ処理の性能が非常に向上すると共に、処理速度などに制約を受けることがなくなり、生産性が非常に向上する。さらに、オーバーエッチングなどを行わなくても確実に均一な処理を行うことができるため、デバイスへのダメージを減らすことができ、デバイスの信頼性を非常に向上させること

ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるプラズマ装置の一実施形態の説明図である。

【図2】図1のウェハ部およびフォーカスリング部のインピーダンスを示す図である。

【図3】図1に示される構造のプラズマ装置によりSiO₂をエッチングしたときのウェハ面内でのエッチングレートのバラツキを示す図である。

【図4】フォーカスリングにSiを用いたときのエッチングレートのバラツキとプラズマ発生状況を説明する図である。

【図5】フォーカスリングに石英を用いたときの図4と同様の図である。

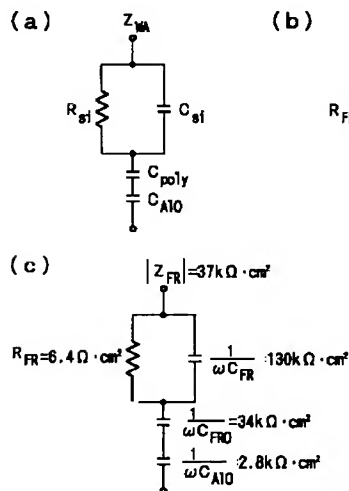
【図6】フォーカスリングの材料を種々替えたときの、それぞれのエッチングレートのバラツキを示す図である。

【図7】従来のプラズマ装置の概略を示す図である。

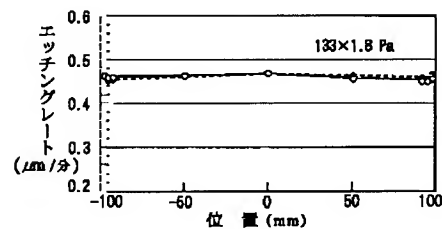
【符号の説明】

- 1 下部電極
- 2 上部電極
- 3 ウェハ
- 4 フォーカスリング
- 4a インピーダンス調整部
- 5 電源
- 6 チャンバ
- 11 アルマイト
- 13 ポリイミド膜
- 41 Si層
- 42 ポリイミド層

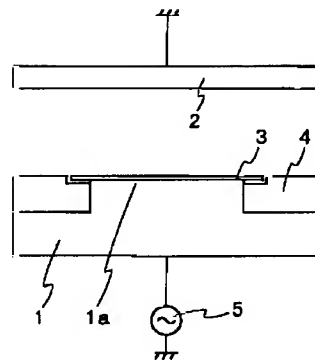
【図2】



【図3】



【図7】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4K030 CA04 CA12 FA03 JA20 KA30
4K057 DA16 DB01 DB06 DD01 DE06
DE08 DE14 DM01 DM03 DN01
5F004 AA01 BA04 BB23 BB29 DB01
DB03 DB07
5F045 AA08 BB02 DP03 EH14 EH19
EM09